

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* SATU
PASS, SHELL TIGA *PASS* UNTUK MESIN PENGERING EMPON-
EMPON**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Disusun :

DONA SETIAWAN

NIM : D 200 12 0057

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* SATU
PASS, SHELL TIGA *PASS* UNTUK MESIN PENGERING EMPON-
EMPON**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

DONA SETIAWAN

D 200 12 0057

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Sartono Putro, Ir., MT.

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN SATU
PASS, SHELL TIGA PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-
EMPON

Oleh:

DONA SETIAWAN

D 200 12 0057

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 31 Januari 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Sartono Putro, Ir. MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Subroto, Ir. MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wijianto ST. M.Eng. Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Januari 2017

Penulis



DONA SETIAWAN

D 200 12 0057

RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* SATU PASS, *SHELL TIGA PASS* UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON

Dona Setiawan, Sartono Putro
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
email : ardona69@gmail.com

Abstrak

Heat Exchanger atau penukar kalor adalah alat yang berfungsi menukar kalor antara dua fluida yang berbeda temperatur tanpa mencampurkan kedua fluida tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi *mass flow rate* pada *Heat Exchanger tube non fin satu pass shell tiga pass* untuk pengeringan kunir. Dengan variasi *mass flow rate* 0,027, 0,030, dan 0,32 kg/s

Cara kerja dari *heat exchanger* ini adalah pertama fluida dingin berupa udara dari *blower* mengalir masuk ke dalam *Heat Exchanger*, didalam *heat exchanger* fluida dingin akan menerima kalor dari fluida panas yang mengalir dalam *shell* yang sebelumnya dipanaskan oleh kompor, dan setelah itu fluida dingin tersebut keluar dari *heat exchanger* dan masuk ke dalam mesin pengering empon-empon.

Hasil kalor yang optimal didapatkan pada variasi *mass flow rate* fluida dingin 0,032 kg/s. Jadi disimpulkan bahwa semakin besar *mass flow rate* fluida dingin maka perubahan temperatur dan kalor *mass flow rate* fluida dingin semakin besar.

Kata kunci : Alat Penukar Kalor, *mass flow rate*, Kalor, fluida

Abstract

Heat Exchanger is device that facilitate the exchange of heat between two fluids that are at different temperatures while keeping them from mixing with each other. This research is aimed at fidding an influence of mass flow rate variety of Heat Exchanger tube non fin one pass and shell three pass for turmeric drainage. The mass flow rate variety 0,027, 0,030, and 0,32 kg/s

The steps of Heat Exchanger is, first, cold fluid such as air from the blower to flow into the heat exchanger, in the heat exchanger cold fluid will

receive heat from hot fluid flowing in a shell that is pre-heated by the stove, and after that cold fluid is out of heat exchanger and into the engine medicinal dryer.

The optimum heat found at variety of cold fluid mass flow rate 0.032 kg/s. The result of this research show that, if the cold fluid mass flow rate of air are bigger, it is means that temperature different dan heat of cold fluid mass flow rate is bigger.

Keywords : Heat Exchanger, Mass Flow Rate, Heat, Fluid

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di industri Indonesia terdapat banyak UKM. Salah satunya UKM yang bergerak di bidang obat-obatan yang berbahan empon-empon. Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini banyak obat tradisional yang dibuat menjadi serbuk kering agar menjadi lebih praktis dan awet. Pada salah satu prosesnya, sebelum dijadikan serbuk terdapat proses pengeringan yaitu dengan mengurangi kadar air dari empon-empon itu sendiri.

Pengeringan alamiah memanfaatkan sinar matahari untuk mengeringkan empon-empon dan pada proses alami ini sangat bergantung dengan cuaca, sedangkan empon-empon pada saat cuaca mendung atau hujan pengeringannya jadi terkendala, maka empon-empon tidak bisa kering dan diproses ke tahap selanjutnya. Sehingga pada musim hujan menjadi suatu kendala dalam proses ini. Sedangkan pengeringan non alamiah dengan cara menggunakan menggunakan mesin, sehingga proses pengeringan lebih cepat dan tidak ada kendala cuaca.

Mesin pengering yang digunakan untuk mengeringkan bahan basah tersebut adalah *heat exchanger*, dengan cara mengalirkan udara panas secara berkelanjutan. *Heat Exchanger* adalah alat penukar kalor yang berfungsi menukar kalor antara dua fluida yang berbeda temperatur

tanpa mencampurkan kedua fluida tersebut. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari dua fluida yang bersuhu berbeda. Dalam perkembangannya *heat exchanger* mengalami perubahan bentuk yang sesuai dengan fungsi kerjanya. Bentuk *heat exchanger* yang sering digunakan ialah *shell and tube*. Dengan berbagai pertimbangan bentuk ini dinilai memiliki banyak keuntungan baik dari segi fabrikasi, biaya, hingga unjuk kerja.

1.2. Tujuan

1. Mendapatkan desain dan konstruksi *Heat Exchanger tube non fin* satu *pass*, *shell* tiga *pass* untuk pengeringan empon-empon.
2. Mengetahui pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap temperatur fluida dingin (ΔT_c).
3. Mengetahui pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin.
4. Mengetahui pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap efisiensi *heat exchanger*.

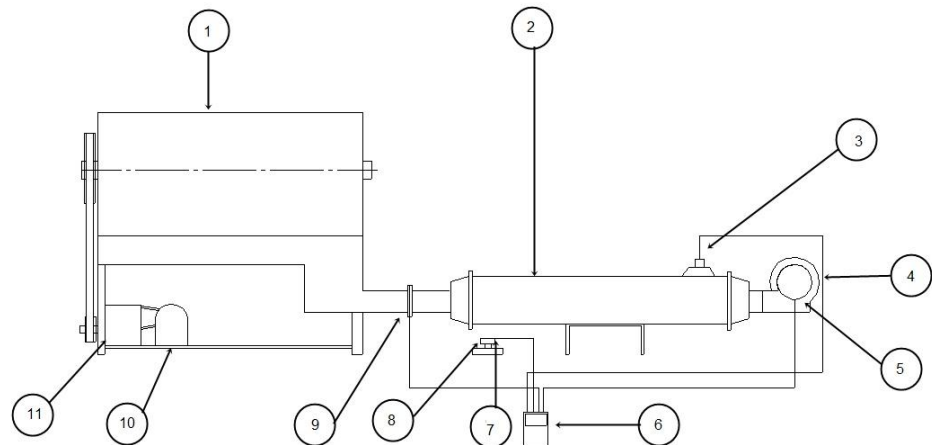
1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mesin Pengering Empon-empon
2. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mass flow rate* fluida dingin 0.027, 0,030, 0,032 (kg/s).
3. Bahan yang digunakan adalah kunyit sebanyak 1 kg.
4. Indikator penelitian adalah variasi debit terhadap hasil penelitian
5. Menggunakan blower sentrifugal dengan daya 150 W.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

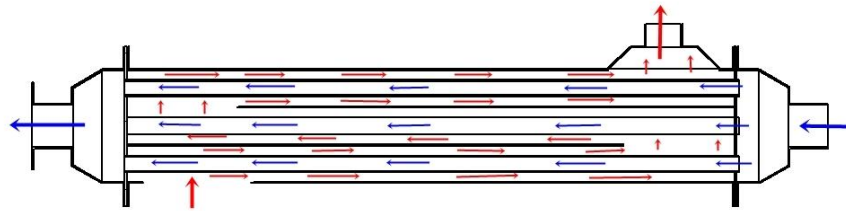


Gambar 1. Alat penelitian

Keterangan

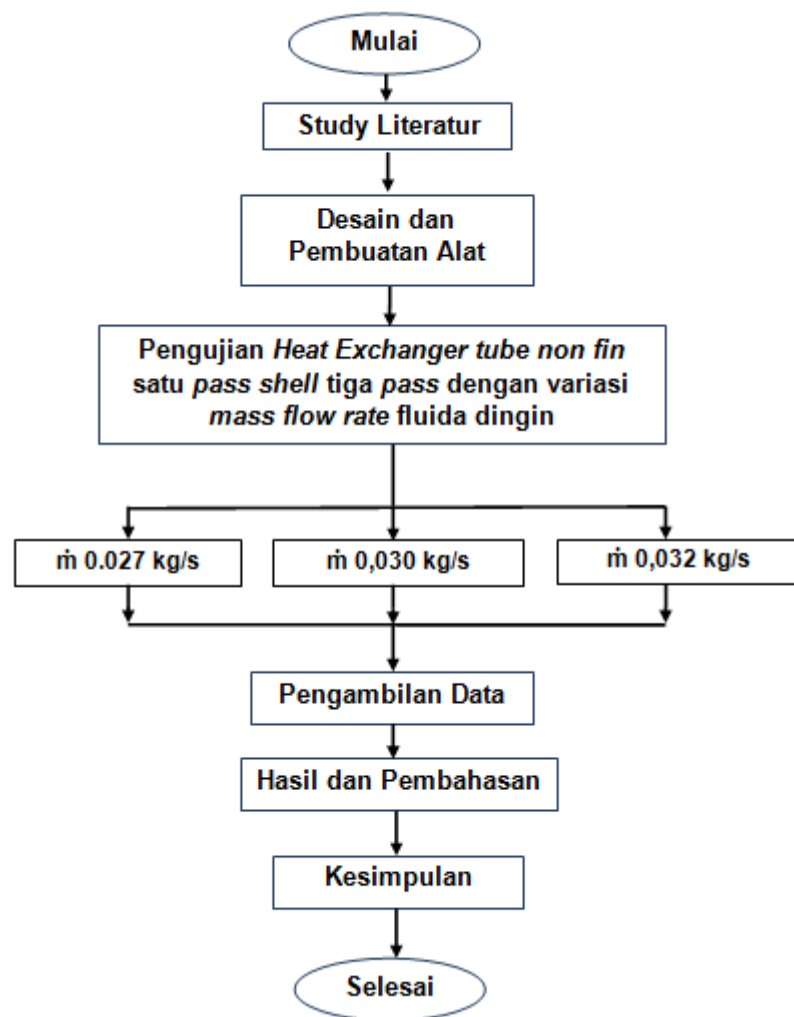
- | | |
|--|--|
| 1. Mesin pengering empon-empon | 8. Kompor |
| 2. <i>Heat Exchanger</i> | 9. <i>Thermocouple 2</i> (T_{c_o}) |
| 3. <i>Thermocouple 4</i> (T_{h_o}) | 10. <i>Motor</i> |
| 4. <i>Blower</i> | 11. <i>Gear Reducer</i> |
| 5. <i>Thermocouple 1</i> (T_{c_i}) | |
| 6. <i>Thermoreader</i> | |
| 7. <i>Thermocouple 3</i> (T_{h_i}) | |

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Udara, Kunyit dan gas LPG



Gambar 2. Aliran fluida pada *Heat exchanger*

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.3. Tahapan Penelitian

- a. Sebelum pengujian yaitu menyiapkan bahan-bahan seperti kunyit, gas LPG, serta memasang regulator pada tabung gas, merangkai

thermocouple kemudian pasangkan ke *heat exchanger* dan menyiapkan stopkontak yang nantinya untuk menyalakan motor listrik.

- b. Memastikan atau mengecek instalasi semua sudah terpasang terpasang dengan benar dan bahan sudah siap selanjutnya mengatur tutupan pada *blower* sebagai variasi debit.
- c. Memasukkan 1 kg kunyit ke mesin pengering menyalakan kemudian nyalakan kompor untuk memanaskan *heat exchanger* selama 10 menit.
- d. Menyalakan *blower*, *thermocouple*, mesin pengering selama 30 menit.
- e. Mencatat temperatur pada *thermocouple* setiap 10 menit sekali dalam waktu 30 menit.
- f. Mematikan *blower*, kompor dan mesin pengering empon-empon secara bersamaan, kemudian mengambil kunyit.
- g. Menimbang kunyit dengan timbangan digital, dan menimbang tabung gas LPG dengan timbangan analog, kemudian hitung selisih massa kunir dan tabung sebelum dan sesudah pengujian.
- h. Dinginkan Alat hingga suhu normal.
- i. Lakukan pengujian seperti diatas dengan variasi debit yang berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Tabel 1 Hasil penelitian

Peng- ujian	\dot{m} (kg/s)	T_{ci} (°C)	T_{co} (°C)	ΔT_c (°C)	T_{hi} (°C)	T_{ho} (°C)	ΔT_h (°C)
1	0,027	27	95,1	68,1	1180,6	82	1112,5
2	0,030	26,7	96,6	69,9	1174,6	83,9	1104,7
3	0,032	26,5	97,8	71,3	1173	83,3	1101,7

Pengujian	\dot{m}_{LPG} (Kg/s)	$m_{kunir\ i}$ (g)	$M_{kunir\ o}$ (g)	Δm_e (g)
1	0,000125	1000	820	180
2	0,000125	1000	814	186
3	0,000125	1000	808	192

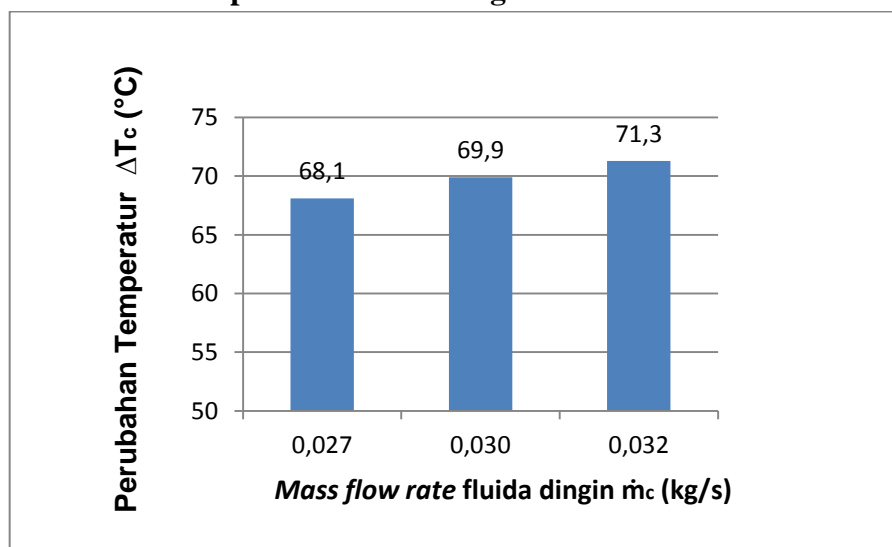
Tabel 2 Hasil perhitungan

pengujian	q_c	\dot{m}_h	C_c	C_h	q_{\max}	ε
	(Watt)	(kg/s)	(W/K)	(W/K)	(W)	
1	1852,858	0,00140	27,208	1,687	1945,619	0,95
2	2113,147	0,00161	30,231	1,937	2223,967	0,95
3	2299,396	0,00175	32,250	2,110	2419,251	0,95

Pengujian	C_{\min}/C_{\max}	NTU	U	Re_c	Nu_c
			W/K		
1	0,06	3,1	11,829	85858,473	177,324
2	0,06	3,1	13,588	95255,634	192,688
3	0,07	3,2	15,277	101504,809	202,736

Pengujian	h_c	q_{lpg}	Eff
	w/m ² K	W	%
1	248,254	6269	29,556
2	269,763	6269	33,708
3	293,967	6269	36,679

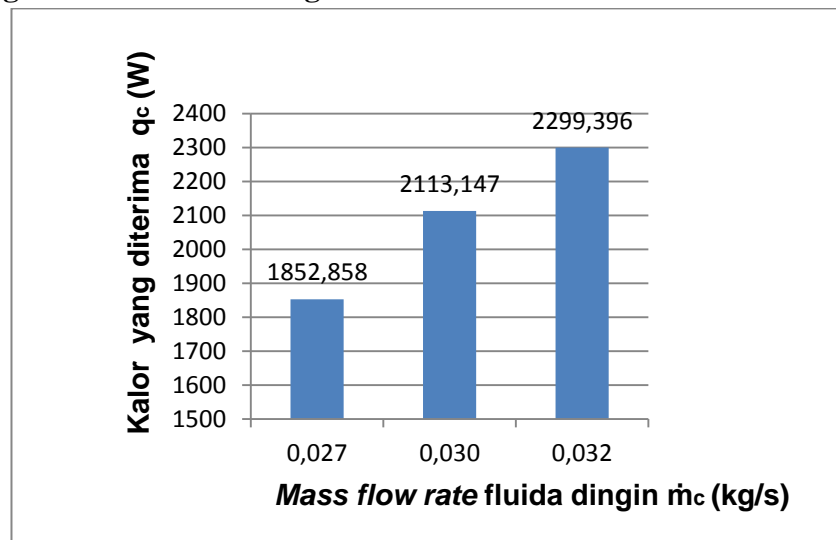
3.2. Pengaruh Variasi *Mass Flow Rate* Fluida Dingin Terhadap Perubahan Temperatur Fluida Dingin



Gambar 4. Pengaruh variasi *Mass flow rate* fluida dingin terhadap perubahan temperatur fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap perubahan temperatur dingin, hasil perubahan temperatur pada *mass flow rate* fluida dingin 0,027 kg/s dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin 68,1 °C, sedangkan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,030 kg/s didapatkan hasil perubahan temperatur fluida dingin adalah 69,9 °C, Dan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,032 kg/s dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin sebesar 71,3 °C. Dari diagram di atas didapatkan perubahan temperatur fluida dingin terbesar pada *mass flow rate* 0,032 dengan perubahan temperatur fluida dingin sebesar 71,3 °C.

3.3. Pengaruh Variasi *Mass Flow Rate* Fluida Dingin Terhadap Kalor yang Diterima Fluida Dingin

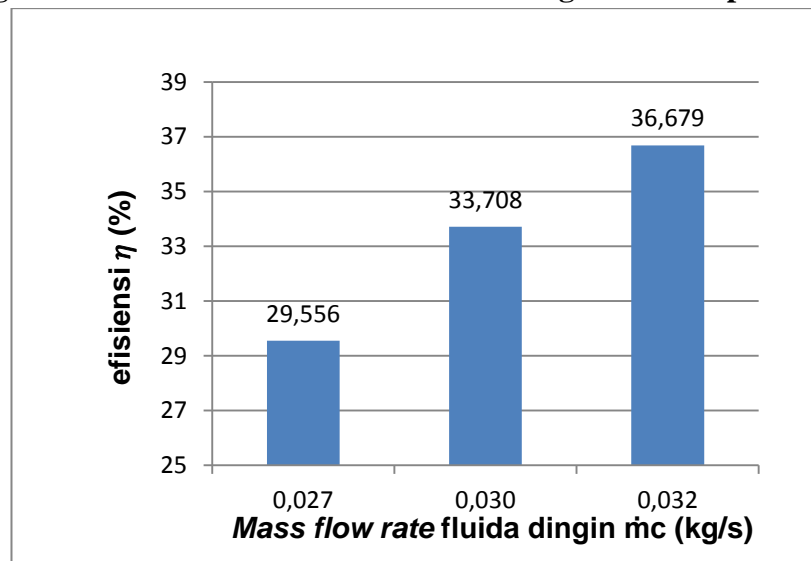


Gambar 5. Pengaruh variasi *Mass Flow Rate* fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin, hasil kalor yang diterima fluida dingin pada *mass flow rate* fluida dingin 0,027 kg/s dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin 1852,858 W, sedangkan

pada *mass flow rate* fluida dingin 0,030 kg/s didapatkan hasil kalor yang diterima fluida dingin adalah 2113,147 W, Dan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,032 kg/s dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2299,396 W. Dari diagram diatas didapatkan kalor yang diterima fluida dingin terbesar pada *mass flow rate* 0,032 kg/s dengan kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2299,396 W.

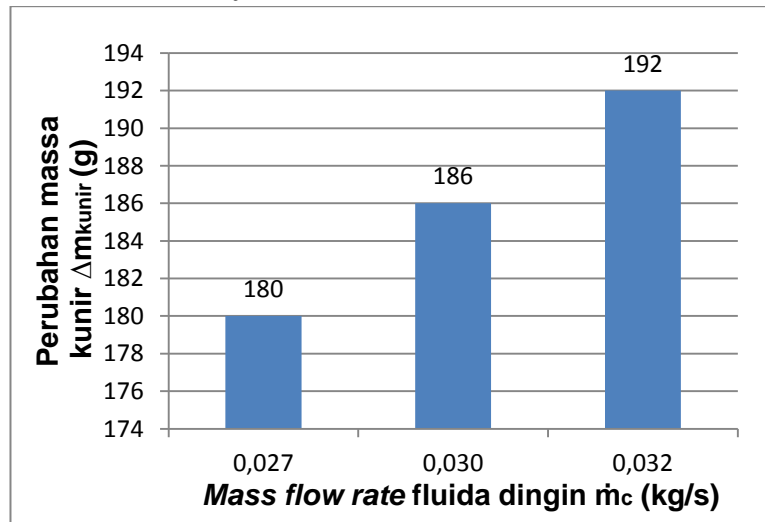
3.4. Pengaruh Variasi *Mass Flow Rate* Fluida Dingin Terhadap Effisiensi



Gambar 6. Pengaruh variasi *Mass Flow Rate* fluida dingin terhadap Effisiensi

Pada gambar di atas menunjukan pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap efisiensi *Heat Exchanger*, hasil efisiensi *Heat Exchanger* pada *mass flow rate* fluida dingin 0,027 kg/s dengan hasil efisiensi *Heat Exchanger* 29,556 %, sedangkan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,030 kg/s didapatkan hasil efisiensi *Heat Exchanger* adalah 33,708 % , Dan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,032 kg/s dengan hasil efisiensi *Heat Exchanger* sebesar 36,679 %. Dari diagram di atas didapatkan efisiensi *Heat Exchanger* terbesar pada *mass flow rate* 0,032 dengan efisiensi *Heat Exchanger* sebesar 36.679 %.

3.5. Pengaruh Variasi *Mass Flow Rate* Fluida Dingin Terhadap Perubahan Massa Kunyit



Gambar 7. Pengaruh variasi *Mass Flow Rate* fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total

Pada diagram di atas menunjukkan pengaruh *mass flow rate* fluida dingin terhadap perubahan massa kunyit, hasil perubahan massa kunyit pada *mass flow rate* fluida dingin 0,027 kg/s dengan hasil perubahan massa kunyit 180 g, sedangkan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,030 kg/s didapatkan perubahan massa kunyit adalah 186 g, Dan pada *mass flow rate* fluida dingin 0,032 kg/s dengan hasil perubahan massa kunyit sebesar 192g. Dari diagram di atas didapatkan perubahan massa kunyit terbesar pada *mass flow rate* 0,032 dengan perubahan massa kunyit sebesar 192 g.

4. PENUTUP

4.1. Keesimpulan

1. Desain dan Kontruksi *Heat Exchanger Tube non fin* satu pass shell tiga *pass* dengan bahan besi dengan tebal 2 mm dan pipa sepanjang 6400 mm, dengan ukuran desain, panjang 1048 mm, tinggi 210mm, lebar

210 mm dengan jumlah tube adalah 8 berdiameter 18mm dan panjang 800mm.

2. Perubahan temperatur fluida dingin dipengaruhi oleh *mass flow rate* fluida dingin, semakin besar *mass flow rate* maka perubahan temperatur fluida dingin semakin besar. Pada *Mass flow rate* 0,027 kg/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 61,8 °C, pada *mass flow rate* 0,030 kg/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 69,9 °C, dan pada *mass flow rate* 0,032 kg/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 71,3 °C.
3. Kalor yang diterima fluida dingin dipengaruhi oleh *mass flow rate* fluida dingin, semakin besar *mass flow rate* maka kalor yang diterima fluida dingin semakin besar. Pada *Mass flow rate* 0,027 kg/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 1852,858 W, pada *mass flow rate* 0,030 kg/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2113,147, dan pada *mass flow rate* 0,032 kg/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2299,396 W.
4. Efisiensi *Heat Exchanger* dipengaruhi oleh *mass flow rate* fluida dingin, semakin besar *mass flow rate* maka Efisiensi *Heat Exchanger* semakin besar. Pada *Mass flow rate* 0,027 kg/s, Efisiensi *Heat Exchanger* sebesar 29,556 %, pada *mass flow rate* 0,030 kg/s, Efisiensi *Heat Exchanger* sebesar 33,708 %, dan pada *mass flow rate* 0,032 kg/s, koefisien perpindahan kalor total sebesar 36,679 %.

4.2. Saran

Peneliti menyadari bahwa permasalahan yang belum terungkap masih banyak yang berkaitan dengan *heat exchanger shell and tube non fin* ini, oleh karena itu untuk memperluas pengetahuan pada ilmu perpindahan kalor, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Temperatur pembakaran harus dijaga supaya stabil, karena bila temperatur berubah maka kapasitas fluida panas yang dihasilkan juga akan berubah.
2. Pada pengujian selanjutnya peneliti dapat meningkatkan efisiensi *heat exchanger* dengan cara memberi isolator pada dindingnya, agar kalor yang dihasilkan pada gas LPG tidak banyak terbuang ke ruangan.

4.3. PERSANTUNAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “Rancang Bangun *Heat Exchanger Tube non Fin Satu Pass, Shell Tiga Pass* Untuk Mesin Pengering Empon-empon”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D., Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc., Ph.D., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Sartono Purto Ir., MT. Dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu, waktu, dorongan serta arahan dalam proses bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bibit Sugito Ir., MT., Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan serta motivasi selama masa kuliah.
5. Semua pihak yang telah membantu semoga Allah SWT membalas kebaikan kita semua.

Daftar Pustaka

- Ahmad. Wafi B, (2012). ***“Rancang Bangun Heat Exchanger Shell and Tube Single Phase”***. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian Universitas Diponegoro.
- Anggraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Penggunaan Baffle pada Shell and Tube Heat Exchanger”***, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Angraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Tebal Isolasi Thermal Terhadap Efektivitas Plat Heat Exchanger”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- Cengel, Y. A. (2003). ***“Heat Transfer”***. Mc. Graw Hill New York
- Kanginan, Marthen. (2007). ***“Seribu Pena FISIKA”***. Jakarta: Erlangga.
- Mukherjee Rajiv (1998). ***“Effectivity Design Shell and Tube Heat Exchanger”***. Chem Eng Progress.
- Peter (2013). ***“Hairpin Heat Exchanger”***. From www.lv-soft.com
- Wahyudi Didik, (2000). ***“Optimasi Heat Exchanger Tabung Konsentris”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Yopi Handoyo, Ahsan (2012). ***“Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Pendingin Aliran Air pada PLTA Jatiluhur”***. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Bekasi.
- Zainiudin, (2008) ***“Studi Eksperimental Efektivitas Alat Penukar Kalor Shell and Tube dengan Memanfaatkan Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Pemanas Air”***. Tesis. Universitas Sumatra Utara.